

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-110122

(43)Date of publication of application : 30.04.1993

(51)Int.Cl.

H01L 31/04  
H01L 21/283

(21)Application number : 03-268027

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.10.1991

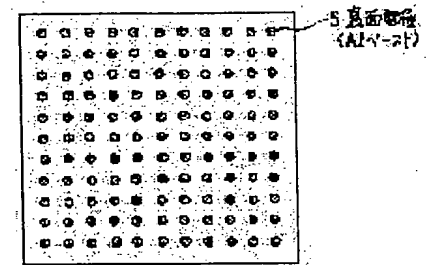
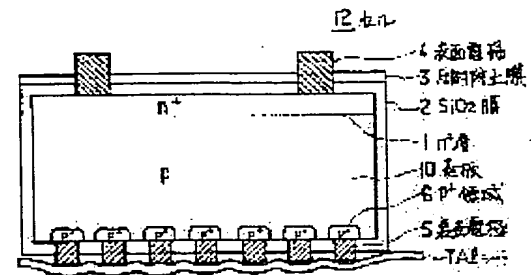
(72)Inventor : YOKOZAWA YUJI  
NUNOI TORU

## (54) PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the structure of a rear electrode without deformation and characteristic deterioration of a semiconductor substrate, etc., and at a low cost, even if a thinned semiconductor substrate is used in a solar battery and other photoelectric conversion devices made larger in size.

CONSTITUTION: An  $n^+$ -layer 1 is formed on the side of the light-intercepting surface of  $p$ -type silicon single-crystal substrate 10, then a silicon oxide film 2 is formed all over the surface of the substrate 10 and an antireflection film 3 on the light-intercepting surface side and a surface electrode 4 are made thereon. Subsequently, aluminum paste shaped into many dots separated from each other is printed on the rear surface of the substrate 10 and calcined so that  $p^+$ -regions 6 and rear electrodes 5 are made and the electrodes 5 are connected by an aluminum sheet 7. Because the electrodes 5 made in this manner are separated from each other, a cell 12 manufactured by the title method is not deformed by a difference in the coefficient of thermal expansion even if there is the difference in the coefficient of thermal expansion between the electrodes and substrate 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.07.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2758749

[Date of registration]

13.03.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-110122

(43)公開日 平成5年(1993)4月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 31/04 21/283		A 7738-4M 7376-4M	H 0 1 L 31/ 04	H

審査請求 未請求 請求項の数4(全 4 頁)

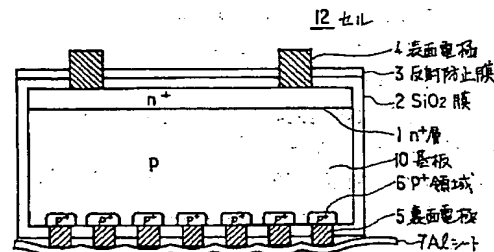
(21)出願番号	特願平3-268027	(71)出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22)出願日	平成3年(1991)10月17日	(72)発明者	横沢 雄二 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72)発明者	布居 徹 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 梅田 勝

(54)【発明の名称】 光電変換装置及びその製造方法

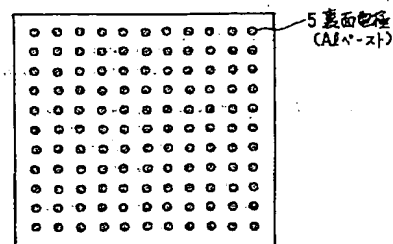
(57)【要約】

【目的】 太陽電池をはじめ大型化した光電変換装置を、薄型化した半導体基板を使用しても、該基板の変形や特性低下等がなく、又、低コストの裏面電極の構造である。

【構成】 p型シリコン単結晶基板10の受光面側にn<sup>+</sup>層1を形成し、次に、基板10全面にシリコン酸化膜2の形成と、受光面側の反射防止膜3と表面電極4を作製する。続いて基板10裏面に、アルミペーストをドット状に多数互に分離させて印刷した上焼成してp<sup>+</sup>領域6と裏面電極5を作製し、該電極5をアルミシート7で接続する。以上で作製した電極5は互に分離しているので、基板10と熱膨張係数の差があっても、作製したセル12が、該熱膨張係数の差によって変形することはない。



(A)



(B)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型の半導体基板の受光面となる表面側に第2導電型の半導体層が形成された光電変換装置において、

上記半導体基板の裏面電極を、板状の金属電極に略均等に分布し、かつ互いに分離して形成された複数の小突起の先端部で上記半導体基板の裏面に接続されるように構成して成ることを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】 請求項1の半導体基板が、シリコン単結晶からなる厚さが0.3mm以下の基板であることを特徴とする請求項1の光電変換装置。

【請求項3】 第1導電型の半導体基板の表面に第2導電型の半導体層を形成する工程と、前記半導体基板の裏面に電極形成用の小金属突起を複数分散して該半導体基板全面に形成する工程と、形成した全金属突起の先端部分のみに裏面電極板を接続する工程を含んでなることを特徴とする光電変換装置の製造方法。

【請求項4】 請求項3の半導体基板の裏面に形成する電極形成用の小金属突起を、アルミニウム金属の微粉末を樹脂で混練したペーストのスクリーン印刷により形成してなることを特徴とする請求項3の光電変換装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、面積の大きい光電変換装置を効率よく作動させる構造及び、その製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来からの光電変換装置の代表的なものに、太陽電池がある。又、一般的な太陽電池は、厚さ0.4mm程度のp型シリコンの単結晶基板の受光面にする表面側に、不純物拡散でn<sup>+</sup>層を形成した後、表面側のグリッド状電極と、裏面側の全面電極とを、金属で形成していた。この裏面電極の形成には、アルミニウム粉末を樹脂等と混練して作ったペースト状のインクでその基板の裏面のほぼ全面に印刷した上、加熱して合金膜にするか、又は、アルミニウムを真空蒸着するなどの方法が用いられていた。

【0003】 電極として、アルミニウム(A1)を主成分とする材料が用いられているのは約700℃程度の熱処理でA1と共晶反応したシリコンp層に、再結晶によるp<sup>+</sup>層が形成され、この層がバックサーフェイスフィールド(BSF)の特性を持つからである。

【0004】 以上のようなA1裏面電極は、比較的低コストで高い変換効率の太陽電池が得られるが、そのシリコン基板とアルミニウム・シリコン合金層では熱膨張係数に差があり、作製した太陽電池に歪が残ることになる。なお、以上の裏面全体にA1電極を形成することは、該シリコン基板を透過した光線を裏面で反射して、再びシリコン内に導入することで、光エネルギーの変換

効率を高くできるからである(BSF)。この裏面電極をA1金属にするために、従来はA1の真空蒸着が必要であり低コスト化が難しかった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 太陽電池などの光電変換装置の製造を、低コスト化するためには、シリコン基板を従来の厚さ0.4mm程度から0.3mm以下へと、より薄い基板にして、しかも、その変換効率を高くしておく必要がある。

【0006】 以上から、A1裏面電極を用い、シリコン基板を薄くして行くと、作製した太陽電池の歪による変形が大きくなり、例えば10cm角で厚さ0.25mmのシリコン基板を用いたときの太陽電池は、その受光面側に中央部が5~10mmの高さになる凸形に変形して、セル完成のための従来の配線や耐湿構造への封止などが困難になる。なお、この例の太陽電池の裏面電極を、純A1になる真空蒸着を用いると、変形はしないが低コスト化が困難になる。

【0007】 本発明は、光電変換装置の裏面電極における上述の従来の課題を解消して、太陽電池などの光電変換装置で、その半導体基板を変形させない裏面電極の構成とその製造方法を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明は、第1導電型の半導体基板の受光面となる表面側に第2導電型の半導体層が形成された光電変換装置において、上記の半導体基板の裏面電極を例えばアルミニウムのシート等の板状の金属電極に略均等に分布し、かつ互いに分離して形成された複数の小突起の先端部で上記の半導体基板の裏面に接続されるように構成するように成している。

【0009】 上記の半導体基板はシリコン単結晶からなる厚さ0.3mm以下の基板を用いるのが好ましい。

【0010】 また本発明の光電変換装置の製造方法は、第1導電型の半導体基板の表面に第2導電型の半導体層を形成する工程と、上記の半導体基板の裏面に電極形成用の小金属突起を複数分散して、この半導体基板全面に形成する工程と、形成した全金属突起の先端部分のみに裏面電極板を接続する工程を含むように構成している。

【0011】 上記の半導体基板の裏面に形成する電極形成用の小金属突起は、アルミニウム金属の微粉末を樹脂で混練したペーストのスクリーン印刷により形成するのが好ましい。

## 【0012】

【作用】 本発明で形成した裏面電極では、基板と接続した小さい突起状電極の接触面積が小さく、かつ、該突起電極の上を覆う金属板の電極も設けられた構成になる。

【0013】 本発明で形成した裏面電極は、基板の裏面と接続した各突起電極の面積を小さくできるので、該電極作製後の歪は極めて小さくでき基板を変形させること

はない。又、該突起電極の後に接続する金属板により各突起電極の相互接続と、光の反射を行なうので該光電変換装置の特性を低下させることはなく、又、真空蒸着法を用いないので低コストの作製が可能になる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0015】図1に示したのが本実施例のシリコン基板10を用いた太陽電池のセル12の構造であり、図1(A)にその断面図を示し、図1(B)に突起状に形成した裏面電極部で切断したときの平面図を示した。

【0016】先ず、図1(A)によって、本実施例の太陽電池の製造工程を説明する。使用したp型シリコンの単結晶基板(厚み0.3mm以下、例えば0.25mm厚)の受光面にする表面のみに、約900℃での熱拡散法でリンのドーパントをさ深さ0.5μmの深さまで高濃度に拡散させてn<sup>+</sup>層を形成した。続いて、この基板の表面再結合による損失を低減するため、約800℃にした酸化雰囲気の中に入れて、シリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)2を形成した。次に受光面側に従来の方法による反射防止膜3を堆積した。表面のn<sup>+</sup>層側には、スクリーン印刷法で銀ペースト材料をグリッド状に形成した上、約600℃で焼成した表面電極4を作製した。更に、基板のp型面に裏面電極5を作製するため、基板10の裏面に、図1(B)に示したようにアルミニウムペースト材料により径が0.05~1.0mmのドット形状に配列するよう印刷によって同時に形成し、次に、700℃程度にした電気炉中で焼成した。この焼成工程で、塗布したペースト中のアルミニウムは、薄いシリコン酸化膜を貫通して基板10裏面のシリコンと合金化すると共に拡散して基板10に、図1(A)に示したような複数のp<sup>+</sup>領域6を形成した。つまり、本実施例のアルミニウムペーストによるドット状の印刷と焼成で、p<sup>+</sup>領域6とAl-Si合金層電極5が同時に形成されると共に、電極5形成部は良好なオーミック接合を形成していた。

【0017】なお、本実施例で用いたアルミペースト材料は、アルミニウムの粉末を樹脂などの共によく混練してペースト状にしたものである。ここでアルミニウムを主成分にしたのは、約700℃以上の加熱でのシリコンとの共晶反応で、アルミニウムがドーパされた再結晶層によるp<sup>+</sup>層6が形成され、前記のBSFの効果による光電変換効率の向上を図ることができるからである。

【0018】以上の工程の次に、図2に示したように、図1(A)の構成にしたセル12を、0.01~0.1mmのアルミニウム金属シート7の上に載置して電気的な所定の配置にした後、耐候性を持たせるため、ガラス板8とテドラフィルム11の間のEVA(エチレン・ビニール・アセテート)によって真空封入した。この封入工程により、アルミニウムシート7とセル12の間に

は、樹脂層を通しての圧着力(〜1kg/cm<sup>2</sup>)が働くことになり、基板10の裏面のほぼ全面にわたってドット状に多数配置した突起状の電極5はアルミシート7と電気的に接続された状態で保持されることになる。

【0019】以上の本実施例によって説明した本発明の効果は、基板の厚さを薄くし、その面積を大きくしても裏面電極を互いに分離したドット状にした多分配列した構成にすることで、作製した太陽電池が歪によって変形するのを防ぎ、かつ、そのモジュール化において裏面に貼り付けたアルミニウムシート7が電気的接続と裏面反射的作用を行なうことになる以上のように作製した実施例の太陽電池セル12でのドット状の裏面電極の占有率を横軸にし、対応する特性の関連を示したのが図3である。

【0020】この図3で、図3(A)の単位面積当たりの短絡電流(J<sub>sc</sub>)と、図3(B)に示した開放電圧(V<sub>oc</sub>)が、前記裏面電極の占有率の減少に従って、上昇する傾向にある。これから図3(C)に示したフィル・ファクター(F<sub>F</sub>)が、逆に約50%以下の裏面電極占有率で、減少の傾向になっても、図3(D)に示した光電変換効率(E<sub>eff</sub>)はその占有率が20%程度になるまで上昇している。

【0021】以上のような、図3に示した特性になる原因として、p<sup>+</sup>領域による基板10裏面の占有率の低減で、不純物の高濃度領域の格子歪による再結合電流を小さくできること、又、そのドット状裏面電極以外の裏面のバンプ効果で、その基板裏面での再結合速度が低くなって開放電圧が上昇すること、及び、シリコン基板を透過した光が裏面のアルミニウムシートで効率よく反射することが短絡電流特性を向上させている、などということが考えられる。

【0022】以上は、本発明を実施例によって説明したが、本発明は実施例によって限定されるものでなく、例えばセル裏面のドット電極を円形でなく矩形や、種々の形状の組合せ、又は、線状などの形状にすることもできる。又は、裏面電極を接合したアルミニウムシートも、シリコン基板を透過する波長の光を効率よく反射する金属やその金属との積層板を用いることもできる。更に、使用する半導体基板もシリコンに限定せずGaAs、ZnSe等の化合物半導体でもよく、その状態も単結晶のみでなく、多結晶又は非晶質からなる基板に適用してもよい。

【0023】

【発明の効果】本発明による光電変換素子は、従来より薄くした半導体基板を用いても、その作製における加熱工程による変形が極めて小さくなるので、高い光電変換効率と信頼性をもつ面積の大きい光電変換装置を低コストで製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の太陽電池の構造を示した断面図であ

る。

【図2】実施例の太陽電池によるモジュール化の構造を示した断面図である。

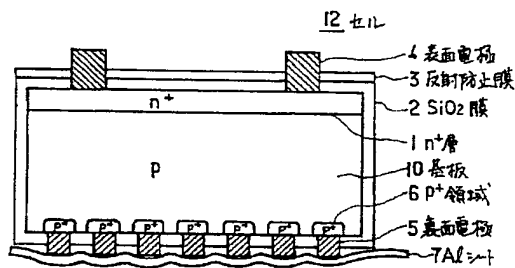
【図3】実施例の太陽電池の裏面電極の占有率による特性の変化を示した図である。

【符号の説明】

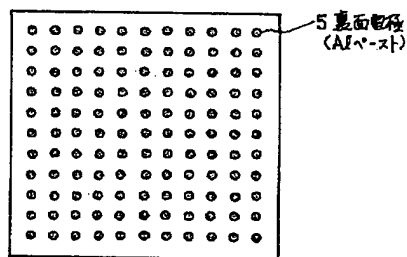
- 1 n<sup>+</sup>層
- 2 シリコン酸化膜
- 3 反射防止膜

- \* 4 表面電極
- 5 裏面電極
- 6 p<sup>+</sup>領域
- 7 アルミシート
- 8 ガラス板
- 9 EVA (エチレン・ビニール・アセテート)
- 10 基板
- 11 テドラフィルム
- \* 12 セル (太陽電池)

【図1】

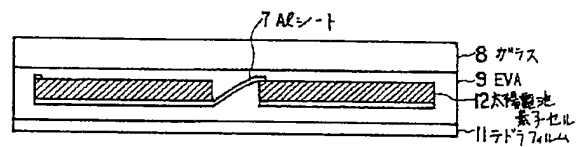


(A)



(B)

【図2】



【図3】

